

# Using Taguchi Methods to Optimize Parameters Design of Continuously Variable Transmission System for Scooter

阮晨柏、邱創鈞

E-mail: 386740@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

Scooter with CVT (Continuously Variable Transmission) is easy to operator and highly convenient, so many people use the scooter as a transport in Taiwan where is a high population density area. Because of high oil, a lot of express delivery, factory delivery, etc., use scooter as main transportation. When scooter's load is so highest, of course that acceleration is obviously reduced. If change the car of bigger engine displacement, users think it 's too expensive and low mobility. Meanwhile, it 's not environmental protection. So, there is only one way that change component of CVT to improve car 's speed, but we can 't know influence that change the other component of CVT 's size and parameters design. In this study, using car with CVT as the experiment subjects, and discussing about Taguchi methods of control factors and criterion with professionals. On the car 's load 110kg conditions, we carried out experiment with 0-70 km/hr.acceleration. According to Taguchi analysis on the results obtained that weight roller 11g, driver plate hub 45.5mm, compress spring 0.65kgf/mm, and clutchshoes weight 265g. The analyses of variance showed driver plate hub contribution to the value 53.75%, is the important factor for car 's acceleration ability. In other words, driver plate hub is closely related to acceleration of cars. In conclusion, despite the study suffers from a number of limitations, but we can consider driver plate hub applied for adjusting CVT.

Keywords : CVT, Taguchi Methods, Parameters Design, Scooter

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii	
ABSTRACT.....	iv 誌	
謝.....	v 目錄.....	vi
表目錄.....	xi 符號說	
明.....	xii 第一章緒論.....	1 1.1研究
研究背景.....	1 1.2研究動機.....	2 1.3 實驗目
的.....	4 1.4研究架構與流程.....	4 1.5研究範圍與研
究對象.....	6 第二章文獻探討.....	7 2.1速可達的演化起
源.....	7 2.2 CVT自動無段變速系統介紹.....	12 2.3 CVT自動無段變速系
統種類.....	13 2.4 CVT皮帶滾珠式作動原理.....	14 2.5 CVT模型分析數學
式.....	23 2.5.1 驅動盤平衡方程式.....	24 2.5.2 傳動盤平衡方程
式.....	26 2.5.3 離合器平衡方程式.....	29 2.6相關的CVT研究文
獻.....	31 2.7 田口品質工程.....	32-vii 2.7.1田口方法簡
介.....	33 2.7.2 田口參數設計介紹.....	36 2.7.3 田口參數設計相關文
獻.....	36 第三章研究方法.....	38 3.1實驗規劃設
計.....	38 3.1.1選擇品質特性.....	38 3.1.2決定控制因
子.....	39 3.1.3直交表規劃實驗.....	42 3.2實驗過
程.....	44 3.3實驗結果分析.....	44 3.3.1信號雜音
比.....	44 3.3.2回應表與回應圖.....	46 3.3.3變異數分
析.....	46 3.4驗證實驗與信賴區間.....	48 第四章實驗方法與驗
證.....	49 4.1設定實驗.....	49 4.1.1決定品質特
性.....	49 4.1.2設定控制因子與水準.....	49 4.2實驗器
材.....	52 4.2.1實驗車輛.....	52 4.2.2 CVT無段變速
系統零件.....	53 4.2.3紀錄實驗設備.....	56 4.3實驗方
法.....	56 4.4實驗流程.....	57 4.5實驗結果分
析.....	57 4.6最佳水準組合.....	60 4.7田口分析驗
證.....	61 第五章結論與建議.....	63-viii 5.1結

論	63	5.2未來研究建議	64	參考資
料	65-ix	圖目錄	圖1.1交通部統計普通重型機車歷年數量	2
Autoped 速可達155cc (1910年)	8	圖2.2 Krupp 速可達(1919年)	8	圖2.3 Vespa 的第一代MP6 (1946年)
圖2.4羅馬假期劇照	10	圖2.5本田tact 50 (1980年, 日本)	11	圖2.6速可達傳動系統結構圖
圖2.7 變速過程皮帶於前驅動盤位置的差異	15	圖2.8重捶滾子於各狀態下作動位置	16	圖2.9 CVT自動變速狀態
圖2.10扭力凸輪導槽路徑常見樣式	18	圖2.11傳動盤開閉程度與扭力導銷位置	20	圖2.12傳動輪盤中扭力凸輪與負載的作動關係
圖2.13 皮帶結構圖	22	圖2.14皮帶使用過9000公里狀態	22	圖2.15 CVT無段變速動力傳導流程圖
圖2.16 重捶滾子在滑動驅動輪盤內的受力狀況	25	圖2.17 傳動盤受力分析	28	圖2.18 離心式離合器解說圖
圖2.19離合器外套	31	圖2.20工程流程步驟圖	33	圖2.21田口方法流程圖
圖3.1產品/製程之參數圖	40	圖4.1重捶滾子配置滑動驅動盤位置圖	54	圖4.2驅動盤軸套與滑動驅動盤組合
圖4.3驅動盤軸套長度差異	55	圖4.4壓縮彈簧	55	圖4.5 GPS紀錄器
圖4.6測試實驗流程	57	圖4.7加速時間望小特性SN比回應圖	59	圖4.8 CVT無段變速系統驗證實驗紀錄曲線圖
表目錄	62-xi	表1.1研究流程架構表	5	表3.1品質特性定義
表3.1品質特性定義	39	表3.2影響品質特性(Y)的三類因子	41	表3.3因子分類
表3.3因子分類	42	表3.4 L9直交表	43	表4.1 選擇控制因子
表4.1 選擇控制因子	50	表4.2實驗設計因子水準表	51	表4.3 ??9實驗設計表
表4.3 ??9實驗設計表	52	表4.4 原廠維修手冊公布引擎規格	53	表4.5加速時間望小特性SN比
表4.5加速時間望小特性SN比	58	表4.6加速時間望小特性SN比回應表	58	表4.7加速時間望小特性SN比變異數分析表
表4.7加速時間望小特性SN比變異數分析表	60	表4.8驗證加速時間望小特性SN比	61	表4.9 CVT無段變速系統驗證實驗紀錄
表4.9 CVT無段變速系統驗證實驗紀錄	62			

## REFERENCES

- 上官文斌、王江濤、王小莉，橡膠V帶式無級變速器性能的測試與試驗研究，震動、測試與診斷，第二十九卷，第二期，頁127-132，2009。
- 王明堂、游萬來，台灣速可達機車產品與造型的發展研究，設計學報，第十四卷，第一期，頁81-104，2009。
- 王明堂、游萬來，速可達的演化初探，中國國設計學會2005年設計學術研究成果研討會論文集，2005。
- 朱才朝、劉懷舉、杜雪松、王海霞、田佳佳，橡膠帶式CVT特性研究現況綜述，汽車工程，第三十二卷，第六期，頁519-523，2010。
- 何孟澤、余豐榮、李義剛，灰關聯田口法於A6066-T6製程最佳化之研究，大葉大學工業工程與科技管理學系碩士班，碩士論文，2011。
- 李輝煌，田口方法:品質設計的原理與實務，高立圖書有限公司，2011。
- 杜育瑞、陳長仁，機車用電子控制式無段變速系統，崑山科技大學機械工程系碩士論文，2003。
- 沈柏亨、劉霆，扭力凸輪與普利珠對電動機車性能之影響分析，國立台灣大學工學院機械工程學研究所碩士論文，2011。
- 林彥光、陳雲岫，運用田口品質工程探討中間相瀝青製程參數，元智大學工業工程與管理研究所，2009。
- 施柏宇、劉霆，高效率多路段變速器之設計與分析，國立台灣大學工學院機械工程學系碩士論文，2011。
- 張建偉、黃崇能，以穩定車用發電機輸出電壓為目的之主動式無段變速系統，國立台北科技大學車輛工程系碩士論文，2005。
- 陳泓仁，田自力，田口法在自行車結構與其避震器之最佳化研究，國立虎尾科技大學機械與機電工程研究所，碩士論文，2010。
- 陳耀茂、黃延彬，品質工程Excel應用手冊，中國生產力中心，2006。
- 黃登進、鄒忠全、吳向宸，機車電子控制式無段變速器之創新設計，崑山科技大學機械工程系碩士論文，2007。
- 黃蘇煙，機車皮帶式無段變速器之可靠度研究，國立台灣大學機械工程學院研究所，碩士論文，2001。
- 楊新?、李朝?、楊英，摩托車V帶無級變速器與發動機的匹配設計方法，小型內燃機與摩托車，第37卷，第4期，P47-49，2008。
- 鄒忠全、吳向宸、陳財富、鄭智元，多功能機車底盤動力計之設計，技術學刊，第二十五卷，第三期，頁177-185，2010。
- 劉克琪，實驗設計與田口式品質工程，華泰書局，1994。
- 劉育攸，田口方法運用於主動式懸吊系統參數設計之研究，清雲科技大學機械工程系碩士論文，2009。
- 鄭怡軒、郭桂林，連續無段變速系統之鋼帶輪推力分析，國立台北科技大學車輛工程系碩士班碩士論文，2009。
- 鄭哲綸、余豐榮、李義剛，田口方法於鋁合金晶粒細化最佳壓縮參數之研究，大葉大學工業工程與科技管理學系碩士班，碩士論文，2011。
- 鄭博文、賴穎姿、劉書聿，以田口參數設計探討芳香精油對於降低焦慮感的最適條件，中國國品質學會第42屆年會暨第12屆全國品質管理研討會。
- 鄭智元、鄒忠全，2007，電子控制式無段變速機車之最佳換檔性能模擬分析與實驗驗證，崑山科技大學機械工程系碩士論文。
- 駱冠宏，摩托車的陽剛性質與階級，女學學誌:婦女與性別研究第26期，P87-133，2010。
- 蘇朝墩，品質工程，中華民國品質工程學會，2002。
- Chen, T.F., Lee, D.W., Sung, C.K. (1998), " An Experimental Study on Transmission Efficiency of a Rubber V-Belt CVT " Mechanical Machine Theory, Vol.33, NO.4, pp. 351-363.
- Che-WunHONG (1996), " Modeling and Fuzzy Autopilot Control Simulation of A Motorcycle with CVT " ,Aachen University Technolgy, Germany, 24th-28th of June.
- Hirano Sadayuki, Alan L. Miller and Karl F. Schneider., " SCVT – A State of the Art Electronically Controlled Continuously Variable Transmission, " SAE, 1991, 910410.
- Tarutani, H. Tani and Y. Nagasawa, "Analysis of the Power Transmission Characteristics of a Metal V-belt Type CVT," R&D Review of Toyota CRDL, Vol. 40, No. 3, 2005, pp. 6-13.
- Sharon Liu and Brad Paden, " A Survey of Today ' s CVT Controls" , Proceedings of the 36th Conference on Decision & Control, 1997.
- T. F. Chen, D. W. Lee and C. K. Sung, "An Experimental Study on Transmission Efficiency of a Rubber V-Belt CVT," Mechanical Machine Theory, 1998, Vol. 33, No. 4, pp. 351-363.
- Y. Kasai, Y. Morimoto., " Electronically Controlled Continuously Variable Transmission(ECVT-II), " Subaru Advanced Engineering center.
- Yasuhito Sakai., " The ECVT Electro Continuously Variable Transmission,

” SAE, 1988, 880481. 34. 國家電影資料館 <http://www.ctfa.org.tw/> 35. 科思達國際網站 <http://www.qstarz.com/Big5index.html> 36. 中華民國交通部統計處網址: <http://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=6&parentpath=0> 37. <http://www.vesspa.com.tw/History.html> 38. <http://www.honda.co.jp/factbook/motor/SCOOTER/19810707/001.html> 39. <http://www.honda.co.jp/factbook/motor/SCOOTER/19810707/002.html>